

### **Список литературы:**

1. Академик НАН Украины Владислав Гончарук: «Мы предложили новые стандарты на питьевую воду, принципиально отличающиеся от принятых в мире» : [Электронный ресурс] / И. Николайчук // Зеркало недели. Украина. - 2010. - №31. Режим доступа : [http://gazeta.zn.ua/ENVIRONMENT/akademik\\_nan\\_ukrainy\\_vladislav\\_goncharuk\\_my\\_predlozhili\\_novye\\_standarty\\_na\\_pitievuyu\\_vodu\\_p\\_rintsipi.html](http://gazeta.zn.ua/ENVIRONMENT/akademik_nan_ukrainy_vladislav_goncharuk_my_predlozhili_novye_standarty_na_pitievuyu_vodu_p_rintsipi.html).
2. Кабризон В. М. и др. «Отчет о результатах поисков и разведки временных источников водоснабжения левобережной части города Днепропетровска», 1963 г.
3. Молибог В.В. «Проведение поисково-оценочных работ по изучению гидрогеологических условий минеральной столовой воды «Янтарная» в Самарском районе г. Днепропетровска», 1999 г.
4. Молибог В.В. «Звіт про розвідувальні роботи ділянки водозабору (свердловина №2) Дніпропетровського родовища природної столової води «Експресія» в м. Дніпропетровську», 2005 р.
5. Кожевников А.А. Конструкции и изготовление гравийных фильтров, эксплуатация и ремонт буровых скважин / А.А. Кожевников, А.К.Судаков, Ю.Г.Диденко // Монография. - Д.: ТОВ «ЛізуновПрес», 2012. - 346 с.

## **СОНЯЧНИЙ ХОЛОДИЛЬНИК НА ОСНОВІ КОМПОЗИТНОГО СОРБЕНТУ «СИЛКАГЕЛЬ/Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>»**

*Коломієць О.В., аспірант, асистент кафедри енергетики,  
Сухий К.М., к.х.н., доцент кафедри переробки пластмас та фото-нано-і  
поліграфічних матеріалів,*

*Козлов Я.М., к.т.н., асистент кафедри енергетики,  
Сухий М.П., професор, завідувач кафедри енергетики,  
Беляновська О.А., к.т.н., доцент кафедри енергетики,  
ДВНЗ «УДХТУ», м. Дніпропетровськ, Україна*

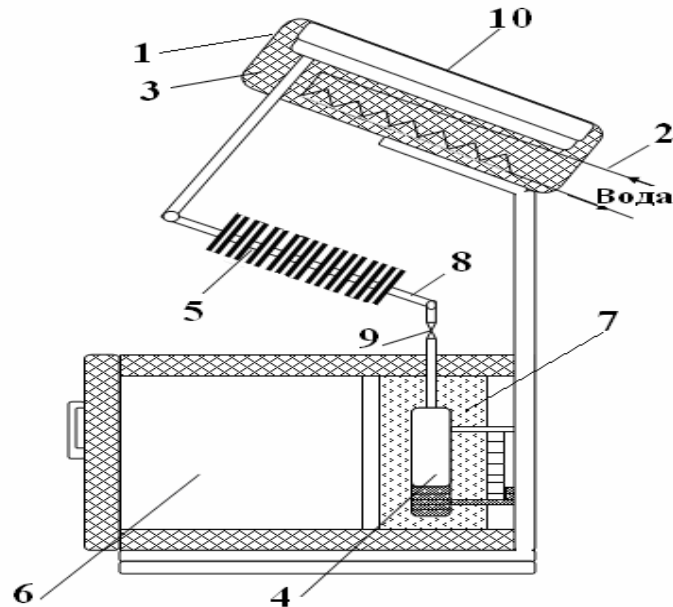
Економія енергії та зменшення шкідливих викидів речовин в навколишнє середовище – основні задачі, які постійно вирішують енергетики всього світу. Одним із шляхів вирішення цих задач є всебічне використання альтернативних джерел енергії, провідне місце серед яких займає енергія сонця. Нами було розроблено та досліджено сонячний адсорбційний холодильник з водяним акумулятором холоду, що зовсім не споживає для своєї роботи електроенергію.

### *Експериментальна частина*

Сонячний адсорбційний холодильник (Рис. 1) складається з адсорбера (1), на лицьовій стороні якого встановлено прозорий стільниковий полікарбонатний пластик (товщиною 8 мм) з інтегральним коефіцієнтом пропускання на рівні 0,88 (10) [1]. У нижній частині розташований сорбційний композитний матеріал (3) та вмонтовано

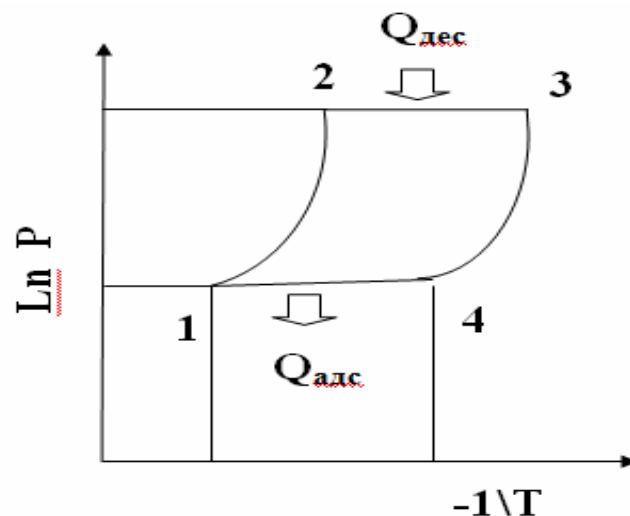
гидравлічний контур (2). Холодильник також включає випарник (4), конденсатор (5) та холодильну камеру (6) з водяним акумулятором холоду (7). Випарник (4) та конденсатор (5) з'єднано між собою трубою (8) з краном (9). В якості сорбційного матеріалу використано композитні сорбенти на основі системи «силікагель /Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>», умови синтезу та характеристики яких досліджено в [2].

Площа сонячного адсорбера-колектора складала 1 м<sup>2</sup>. В адсорбер завантажено 3,5 кг сорбенту, а у випарник – 4,5 літри дистильованої води.



*Рис. 1.* Адсорбційний холодильник: 1 – адсорбер; 2 – зміювик; 3 – сорбційний матеріал; 4 – випарник; 5 – конденсатор; 6 – холодильна камера; 7 – водяний акумулятор холоду; 8 - труба; 9 – кран; 10 – прозорий стільниковий полікарбонатний пластик.

Адсорбційний холодильник працює згідно з термодинамічним циклом, який зображено на рис. 2.



*Рис. 2.* Робочий цикл адсорбційного холодильника

Робота здійснюється в два етапи. Перший етап – отримання холоду (лінія 3-4-1– адсорбція та випаровування води). Відкривають кран (8). Пари води починають дифундувати через конденсатор до адсорбера. За рахунок сорбції води сорбційним матеріалом відбувається її випаровування у випарнику (4), що створює холодильний ефект в холодильній камері (6). Оскільки в стінках холодильника міститься великий об'єм води холод в камері (6) підтримується на рівні 5 – 10 °С протягом 10 – 20 годин, до наступного циклу. При поглинанні води сорбційним матеріалом (3) температура в адсорбері (1) істотно підвищується за рахунок виділення теплоти сорбції. Для відбору цієї теплоти по змійовику (2) пускають холодну воду. Нагріта вода подається споживачу в систему гарячого водопостачання або опалювання або використовується для регенерації сорбційного матеріалу на другому етапі роботи холодильника.

Другий етап – регенерація адсорбенту (лінія 1-2-3 – десорбція та конденсація води). Закривають кран 4. Нагрівають сорбційний матеріал (3), використовуючи сонячну енергію або пропускаючи по змійовику (2) гарячу воду, нагріту на першому етапі. Це дозволило зменшити вплив погодних умов на час регенерації матеріалу. Вода збирається в конденсаторі (5) далі зливається у випарник (4) і починається процес отримання холоду.

Згідно з [3] середньодобова питома холодильна потужність прямо пропорційна різниці максимального нічного та мінімального денного вологовмісту  $\Delta W$ :

$$P = \frac{H \cdot \Delta W}{\tau}, \quad (1)$$

де  $H = 2420$  кДж/кг – теплота випару води;  $\tau = 8$  – час циклу роботи установки;  $\Delta W = 44\%$ .

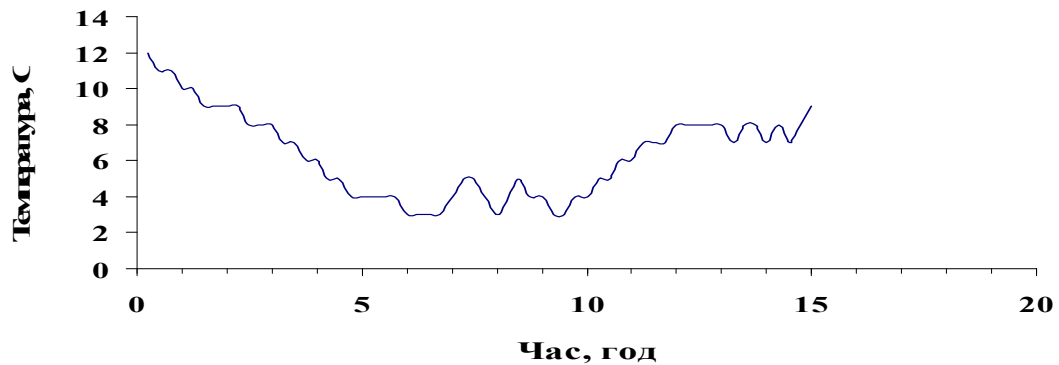
Холодильний коефіцієнт сонячного адсорбційного холодильника розраховується за формулою [3]:

$$\eta = \frac{\Delta H \cdot \Delta W}{C \cdot (T_1 - T_2) + \Delta H_{dec} \cdot \Delta W}, \quad (2)$$

де  $C = 1,4$  кДж/(кг·°С) – ефективна теплоємність адсорбента, води та елементів конструкції;  $T_1$  – максимальна температура, що досягається при десорбції сорбційного матеріалу, °С;  $T_2$  – мінімальна температура в адсорбері, °С;  $\Delta H_{dec} = 2850$  кДж/кг – теплота десорбції води.

#### *Результати та їх обговорення*

Результати дослідження сонячного адсорбційного холодильника з водяним акумулятором холоду представлені на Рис. 3 у вигляді графічної залежності зміни температури в холодильній камері від часу. Мінімальна температура, яку було отримано через 6 години після початку сорбції, склала 3 °С. Протягом майже 14 годин підтримувалася температура в холодильній камері нижче 10 °С. При середньодобовій питомій потужності в 15,125 кВт було отримано холодильний коефіцієнт 0,849.



**Рис. 3. Графік зміни температури в холодильній камері під час випаровування води у випарнику**

Отже, було розроблено та досліджено сонячний адсорбційний холодильник з адсорбером на основі прозорого стільникового полікарбонатного пластику та композитного сорбційного матеріалу «силікагель/Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>». Представлений холодильник зовсім не споживає електроенергію та є цілком екологічно безпечним за рахунок використання водяного акумулятору холоду. При цьому розроблена конструкція не містить рухомих деталей, а тому практично безшумна. Середньодобова холодильна потужність склала 15,125 кВт, а холодильний коефіцієнт – 0,849. Протягом 14 годин в холодильній камері підтримується температура на рівні 3-9 °С. Отримані результати роблять даний пристрій привабливим для використання в промисловості і побуті.

**Список літератури:**

1. Козлов Я.М. Фотометричні дослідження стільникових полікарбонатних пластиків з метою їх ефективного використання в якості конструктивних елементів сонячних колекторів / Я.М. Козлов, М.П. Сухий, К.М. и др // Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. – 2010. – № 4 – С. 17.
2. Structure and adsorption properties of the composites ‘silicagelesodium sulphate’, obtained by solegel method/ Kostyantyn M. Sukhyu, Elena A. Belyanovskaya, Yaroslav N. Kozlov, Elena V. Kolomiyets, Mikhaylo P. Sukhyu // Applied Thermal Engineering. – 2014. – № 64. – р. 408–412.
3. Попель О.С. Анализ цикла работы солнечных адсорбционных холодильных установок /О.С. Попель, С.Е. Фрид, С.С. Шаронов // Теплоенергетика. – 2007. – № 8. – С. 24 – 29.